ENTRENADOR DE COMUNICACIONES ÓPTICAS, FIBRAS ÓPTICAS Y LÁSER

EF-970B-E

PROMAX

- 0 DK0650 -

INDICE GENERAL
(CD-ROM MANUALES)

- MANUAL DE INSTRUCCIONES.PDF
- MANUAL DEL PROFESOR.PDF
- MANUAL DE PRÁCTICAS.PDF

ENTRENADOR DE COMUNICACIONES ÓPTICAS, FIBRAS ÓPTICAS Y LÁSER

MANUAL DE INSTRUCCIONES

EF-970B-E

- 0 MI1000 -

PROMAX

I N D I C E

1. INTRODUCCIÓN 1

2. PRESCRIPCIONES DE SEGURIDAD 3
2.1 Generales 3
2.2 Precauciones Específicas 5
2.3 Ejemplos descriptivos de las Categorías de Sobretensión 5

3. INSTALACIÓN 7
3.1 Alimentación 7

4. EQUIPO EMISOR: DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO (FIG. 1) 9
4.1 Entradas 10
4.2 Generador BF (onda cuadrada, triangular, senoidal) 11
4.3 Canal 1 y 2 11
4.4 Miliamperímetro 11
4.5 Salidas Ópticas 12
4.6 Realimentación del láser 12

5. EQUIPO RECEPTOR: DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO (FIG. 2) 13
5.1 Entradas Ópticas 14
5.2 Bloque de Señal: Canal Analógico 15
5.3 Bloque de Señal: Canal Digital 16
5.4 Bloque de Medida: Medidor de Potencia Óptica 16

6. ESPECIFICACIONES: EMISOR 19

7. ESPECIFICACIONES: RECEPTOR 23

8. ESPECIFICACIONES: EMISOR + RECEPTOR 27

9. ACCESORIOS Y FIBRAS ÓPTICAS SUMINISTRADAS 29

10. ACCESORIOS OPCIONALES (NO SUMINISTRADOS) 31

11. OBSERVACIONES 33

12. MANTENIMIENTO 35
12.1 Sustitución del fusible de red 35
12.2 Recomendaciones de Limpieza 35

ANEXO A: Curva de Atenuación de la Fibra Óptica PMMA de 975 / 1000 μm 37

ANEXO B: Bibliografía 39

ATENCIÓN:

Los manuales suministrados corresponden al modelo EF-970B-E (Entrenador de Fibra Óptica Completo) si usted dispone del modelo EF-970B (Entrenador de Fibra Óptica Básico) tenga en cuenta que el equipo emisor no dispone del fotoemisor nº 6 (LED 1300 nm) y el equipo receptor no dispone de los fotodetectores nº 2 (PIN InGaAs 1 mm) y nº 3 (APD Ge 0,1 mm).

Si dispone del modelo EF-970B puede transformarlo al modelo EF-970B-E mediante la opción OP-970-EU (Kit Expansión Entrenador de Fibra Óptica Básico).

La tabla siguiente indica las prácticas que pueden realizarse y las opciones necesarias:

Práct.	EF-970B	EF-970B-E	Práct.	EF-970B	EF-970B-E
1	Sí *	Sí	19	Sí + OPT-970-01	Sí + OPT-970-01
2	Sí	Sí	20	Sí + OPT-970-01	Sí + OPT-970-01
3	Sí	Sí	21	Sí + OPT-970-01	Sí + OPT-970-01
4	Sí *	Sí	22	Sí + OPT-970-01	Sí + OPT-970-01
5	Sí	Sí	23	Sí + OPT-970-01	Sí + OPT-970-01
6	Sí	Sí	24	Sí + OPT-970-01	Sí + OPT-970-01
7	Sí	Sí	25	Sí + OPT-970-01	Sí + OPT-970-01
8	Sí	Sí	26	Sí + OPT-970-01	Sí + OPT-970-01
9	Sí	Sí	27	Sí * + OPT-970-01	Sí + OPT-970-01
10	Sí	Sí	28	No	Sí + OPT-970-01
11	Sí *	Sí	29	Sí + OPT-970-01	Sí + OPT-970-01
12	No	Sí	30	Sí + OPT-970-01	Sí + OPT-970-01
13	Sí *	Sí	31	Sí + OPT-970-01	Sí + OPT-970-01
14	Sí	Sí	32	Sí + OPT-970-01	Sí + OPT-970-01
15	Sí	Sí	33	Sí + OPT-970-01	Sí + OPT-970-01
16	Sí	Sí	34	Sí + OPT-970-01	Sí + OPT-970-01
17	Sí	Sí	35	Sí + OPT-970-01	Sí + OPT-970-01
18	Sí	Sí	36	Sí + OPT-970-02 **	Sí + OPT-970-02 **

* Recomendado el modelo EF-970B-E, para realizar todas las actividades indicadas en la práctica.

** Recomendada la opción OP-970-03 (Microscopio).

MANUAL DE INSTRUCCIONES

ENTRENADOR DE COMUNICACIONES ÓPTICAS, FIBRAS ÓPTICAS Y LÁSER

EF-970B-E

1. INTRODUCCIÓN

El entrenador **EF-970B-E** es un innovador equipo docente para el aprendizaje, demostración y experimentación de los sistemas de comunicaciones ópticas, de los fenómenos relacionados con la luz y de los principios de la transmisión por fibras ópticas; así como de las últimas tendencias actuales, como los sistemas láser y WDM (opcional).

El entrenador consta de:

- Equipo Emisor, de dos canales independientes, con fotoemisores y láser
- Equipo Receptor, con medidor de potencia óptica incorporado
- Accesorios
- Conjunto de fibras ópticas de plástico
- Documentación en CD-ROM

Para la realización de las prácticas el alumno no necesita de ningún equipamiento o instrumentación adicional, a excepción de osciloscopio y voltímetro, debido a que el equipo emisor incorpora un generador de funciones y un miliamperímetro; y el equipo receptor un medidor de potencia óptica.

Los equipos emisores y receptores disponen de puntos de test, para que el alumno se familiarice, con las señales eléctricas más importantes de un sistema emisor/receptor optolectrónico. Los equipos también constan de un módulo de averías, únicamente accesible por el profesor, para que el alumno ejercite, sus capacidades analíticas y deductivas, en el diagnóstico y localización de averías de los sistemas de comunicaciones ópticas.

Mediante el conjunto de fibras ópticas y accesorios el alumno puede configurar diversos sistemas de comunicaciones ópticas, familiarizándose con el comportamiento de la luz en las fibras ópticas, y evidenciar los motivos que afectan la transmisión de los rayos en el interior de la fibra.

La documentación consta de este Manual de Instrucciones, de un Manual de Prácticas y de un Manual del Profesor.

En el Manual de Prácticas los contenidos están organizados progresivamente, para graduar los conocimientos y así facilitar el aprendizaje del alumno. En las primeras experiencias el alumno empieza por comprender cómo pueden tener lugar las comunicaciones por medio de la luz y como una fibra óptica puede sustituir a un cable metálico, y en las últimas prácticas acaba operando con sensores y sistemas de comunicaciones WDM.

Las experiencias, del Manual de Prácticas, permiten que el propio alumno descubra los conceptos y llegue a conclusiones autónomamente, considerándose así artífice de su proceso de aprendizaje. Por ello, se recomienda que la tarea del profesor, si bien en un principio será más directiva, sea orientadora, sugiriendo alternativas y planteando cuestiones que hagan reflexionar a los alumnos.

El Manual del Profesor, reservado para el instructor, incluye información de como activar las diversas averías.

Antes de iniciar la realización de las experiencias, se recomienda que el alumno conozca el funcionamiento de los equipos, mediante la lectura de los apartados 3 y 4 de este Manual de Instrucciones, y se familiarice en el uso de éstos.

2. PRESCRIPCIONES DE SEGURIDAD

2.1 Generales

- Utilizar el equipo **solamente en sistemas o aparatos con el negativo de medida conectado al potencial de tierra o aislados de la red**
- Este es un equipo de **clase I**, por razones de seguridad debe conectarse a **líneas de suministro con la correspondiente toma de tierra**.
- Este equipo puede ser utilizado en instalaciones con **Categoría de Sobretensión II** y ambientes con **Grado de Polución 1** (Ver 2.1).
- Al emplear cualquiera de los siguientes accesorios debe hacerse solo con los tipos **especificados** a fin de preservar la seguridad.

  Cable de red

- Tener siempre en cuenta los **márgenes especificados** tanto para la alimentación como para la medida.
- Recuerde que las tensiones superiores a **60 V DC** o **30 V AC rms** son potencialmente peligrosas.
- Observar en todo momento las **condiciones ambientales máximas especificadas** para el aparato.
- **El operador solo está autorizado a intervenir** en:

  Sustitución del fusible de red, que deberá ser del **tipo** y **valor indicados.**

  En el apartado de Mantenimiento se dan instrucciones específicas para estas intervenciones.

  Cualquier otro cambio en el equipo deberá ser efectuado exclusivamente por personal especializado.

- Seguir estrictamente las **recomendaciones de limpieza** que se describen en el apartado Mantenimiento.

- Símbolos relacionados con la seguridad

CORRIENTE CONTINUA

CORRIENTE ALTERNA

ALTERNA Y CONTINUA

TERMINAL DE TIERRA

TERMINAL DE PROTECCIÓN

TERMINAL A CARCASA

EQUIPOTENCIALIDAD

MARCHA

PARO

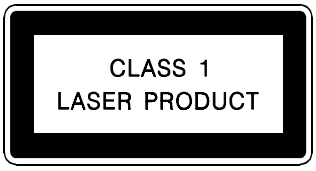
DOBLE AISLAMIENTO
(Protección CLASE II)

PRECAUCIÓN
(Riesgo de choque eléctrico)

PRECAUCIÓN VER MANUAL

FUSIBLE

2.2 Precauciones Específicas



▲ **PRECAUCIÓN**: La utilización, así como la manipulación, de dispositivos que no sean los especificados en este manual puede ser causa de radiación LED/LASER peligrosa.

2.3 Ejemplos descriptivos de las Categorías de Sobretensión

Cat I Instalaciones de baja tensión separadas de la red

Cat II Instalaciones domésticas móviles

Cat III Instalaciones domésticas fijas

Cat IV Instalaciones industriales

3. INSTALACIÓN

3.1 Alimentación

El emisor y el receptor están preparados para ser alimentados con tensiones de red de 110, 125, 220 ó 230 V AC 50-60 Hz. La tensión de red puede seleccionarse desde la propia base de red.

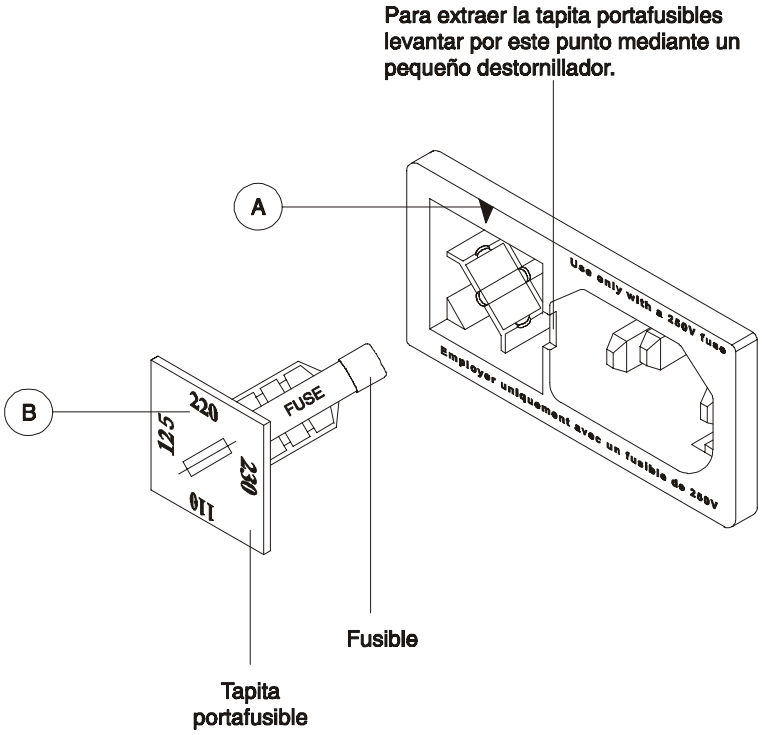


Figura 1.- Cambio de la tensión de red.

1. Extraer la tapita portafusibles.
2. Situar el fusible adecuado a la tensión de red deseada.
3. Insertar la tapita portafusibles, haciendo coincidir el índice **[A]** con la indicación de la tensión de red deseada **[B]**.

▲ **PRECAUCIÓN**: El aparato viene preparado de fábrica para 230 V.
Antes de conectar el equipo, situar correctamente el selector de tensión y asegurarse de que el valor del fusible está de acuerdo con la tensión de red.

4. EQUIPO EMISOR: DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO (FIG. 1)

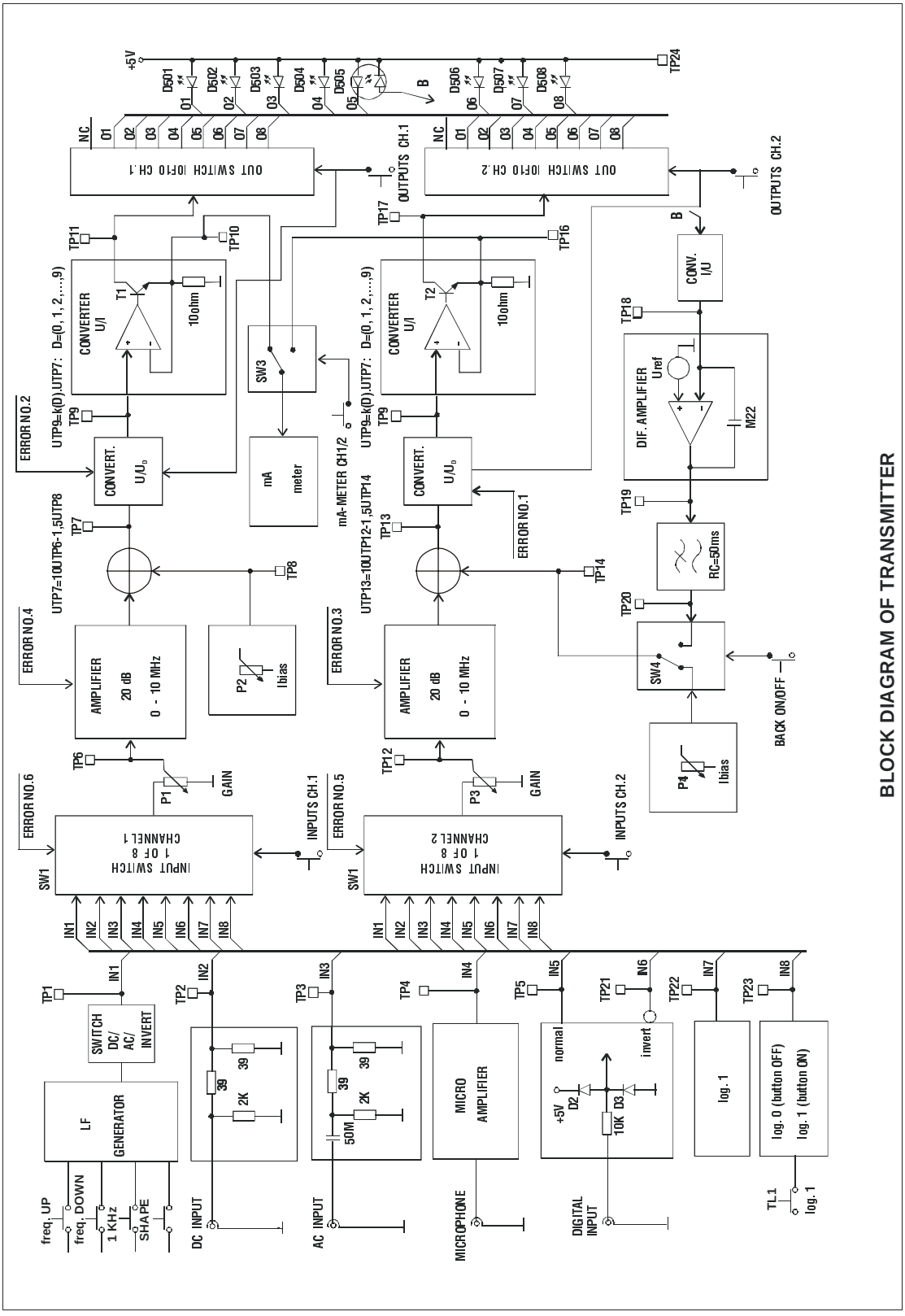


Figura 1.- Diagrama de Bloques del Equipo Emisor

El equipo emisor comprende 2 canales (canal 1 y canal 2) independientes, que permiten transmitir señales desde cualquier entrada a cualquier salida óptica.

La señal de entrada escogida en el canal 1 (CH1) se indica mediante un led de color rojo, mientras que en el canal 2 (CH2) se muestra con un led de color amarillo. La fuente óptica (fotoemisor) seleccionada en el canal 1 se indica mediante un led de color rojo, mientras que en el canal 2 se muestra con un led de color amarillo; cuando no hay ningún led iluminado es que no hay ninguna fuente óptica activada.

4.1 Entradas

La entrada que se desea seleccionar para el canal 1 se elige mediante el pulsador "INPUTS CH1" y la entrada del canal 2 con el pulsador "INPUTS CH2". Una misma entrada puede utilizarse para ambos canales. De las ocho entradas seleccionables, cinco son externas y tres internas.

1. Generador BF: señal senoidal, triangular y cuadrada (Interna)
2. Entrada Analógica DC (75 Ω) (Externa)
3. Entrada Analógica AC (75 Ω) (Externa)
4. Micrófono (monofónico) (Externa)
5. Entrada Digital (Externa)
6. Entrada Digital Invertida (Externa)
7. Entrada Digital constante a "1" (Interna)
8. Conmutador Digital "1" / "0", mediante la tecla TL1 (Interna)

Las entradas 5 y 6 tienen el conector de entrada común, con la particularidad que cuando se selecciona la entrada 6 se invierte la señal lógica de dicha entrada.

Si ninguno de los dos canales está conectado a la entrada 1 (Generador BF), se inhabilita el generador interno.

Si los dos conmutadores S1(1) y S1(2) se encuentran en la posición "DC", el generador BF proporciona un nivel de continua que coincide con la mitad de la amplitud pico-a-pico de la señal (el nivel inferior de la señal coincide con los 0 V).

Si uno de los dos conmutadores S1 se encuentra en la posición "DC" y el otro en la posición "AC" el nivel de continua es nulo.

Si los dos conmutadores S1(1) y S1(2) se encuentran en la posición "AC", el generador BF proporciona un nivel de continua negativo, que coincide con la mitad de la amplitud pico-a-pico de la señal (el nivel superior de la señal coincide con los 0 V).

4.2 Generador BF (onda cuadrada, triangular, senoidal)

El generador BF dispone de cuatro pulsadores de control. Con el pulsador "SHAPE" se selecciona la forma de onda: cuadrada, triangular o senoidal (estas dos últimas se generan digitalmente). Mediante los pulsadores "UP" (aumentar) y "DOWN" (disminuir) se puede variar pseudologarítmicamente la frecuencia desde 0,3 Hz a 18 kHz, si se mantiene oprimido el pulsador (pasado un cierto periodo de tiempo) la frecuencia cambia unas cinco veces por segundo. El pulsador "1 kHz" establece la frecuencia del generador a 1 kHz.

4.3 Canal 1 y 2

Los potenciómetros P1 y P3 (GAIN) se emplean para controlar la amplificación de la señal de entrada, de los canales 1 y 2 respectivamente. Los potenciómetros P2 y P4 (I-bias) se utilizan para ajustar la corriente DC de los elementos emisores, de los canales 1 y 2 respectivamente.

Si el potenciómetro P1 (o P3) se encuentra en su posición máxima y el P2 (o P4) en su posición mínima, la sensibilidad de la entrada DC es de 500 mVpp (para la excitación nominal del canal).

Se considera como excitación nominal del canal una amplitud de 0 a 2,5 V, en el punto de test TP7 (o TP13), Normalmente, entre 0 y + 3,3 V es posible efectuar una transmisión sin distorsión. Si la amplitud es superior a 3,3 V, se ilumina el led "OVERLOAD" para indicar la saturación del canal.

Debido a las diferentes corrientes que necesitan los fotoemisores (relación > 5:1) se realiza una conversión entre el voltaje del punto de test TP7 (o TP13) y los valores individuales correspondientes a cada fotoemisor. Para ello, se utiliza un bloque denominado "Conversor U/U_D". Mediante este circuito, se consigue una sensibilidad de las señales de entrada, y un ajuste de la corriente de polarización (I-bias) más favorable, debido a que no es necesario, para cada fotoemisor, reajustar demasiado el nivel de entrada o de los potenciómetros de P1 y P3 (GAIN) y P2 y P4 (I-Bias).

Después del "Conversor U/U_D" sigue el "Conversor U/I" que transforma el voltaje en una corriente, con una relación de 100 mA/V. Esta corriente, al circular a través del fotoemisor, provocará una radiación óptica de intensidad proporcional.

4.4 Miliamperímetro

El equipo emisor consta de un miliamperímetro que indica la corriente que circula a través del fotoemisor escogido. Mediante el pulsador "A-METER CH1/CH2" se elige sobre que canal se efectúa la medida de corriente.

4.5 Salidas Ópticas

El pulsador "OUTPUTS CH1" selecciona el fotoemisor asociado al canal 1, y con "OUTPUTS CH2" el del canal 2. La elección se realiza cíclicamente entre los seis fotoemisores disponibles, sin estar permitido asociar el mismo fotoemisor simultáneamente a los dos canales.

En el apartado de especificaciones se indican las características de los fotoemisores.

Cuando se supera la potencia óptica máxima del láser, se activa una protección que reduce permanentemente la emisión óptica a un nivel muy bajo. Para desbloquear la protección del láser, hay que desconectar y volver a conectar la alimentación del equipo. Si al reconectar, la alimentación el equipo, se vuelve a activar la protección disminuir la corriente mediante P2 (o P4) y desbloquear otra vez la protección.

4.6 Realimentación del láser

Cuando se selecciona, en el canal 2, el láser (fotoemisor nº 5) mediante el pulsador "FEEDBACK ON/OFF" puede activarse el circuito eléctrico de realimentación. Al conectar la realimentación se ilumina el diodo D1 y el potenciómetro I-bias (P4) del canal 2 se desconecta, no siendo posible el ajuste manual de la corriente del láser.

Hay que tener en cuenta que, la realimentación, únicamente puede activarse cuando se selecciona en el canal 2 el láser. En las otras situaciones, no es posible activar la realimentación.

La realimentación monitoriza la potencia óptica emitida y ajusta, automáticamente, la corriente de salida para mantener constante la potencia óptica, aproximadamente unos - 6,9 dBm (típico).

Debido a la propia naturaleza del láser, cuando se opera sin realimentación, la emisión óptica no es estable, a causa de la influencia que ejercen ciertos factores como la temperatura y el tiempo. Por ello se recomienda, siempre que sea posible, operar con el láser realimentado, para estabilizar la potencia emitida y controlar la corriente de salida.

El sistema de realimentación consta de un fotodetector monitor (en el encapsulado del láser) que capta una fracción de la potencia emitida por el láser y la transforma en corriente eléctrica. A continuación un conversor I/U, con una relación – 6,87 V/mA transforma la intensidad en voltaje, posteriormente un amplificador diferencial amplifica la diferencia entre la señal procedente del conversor y una referencia fija, dicha referencia (no ajustable por el usuario) establece la potencia emitida. Finalmente, la corriente de corrección se aplica a un filtro paso-bajos.

5. EQUIPO RECEPTOR: DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO (FIG. 2)

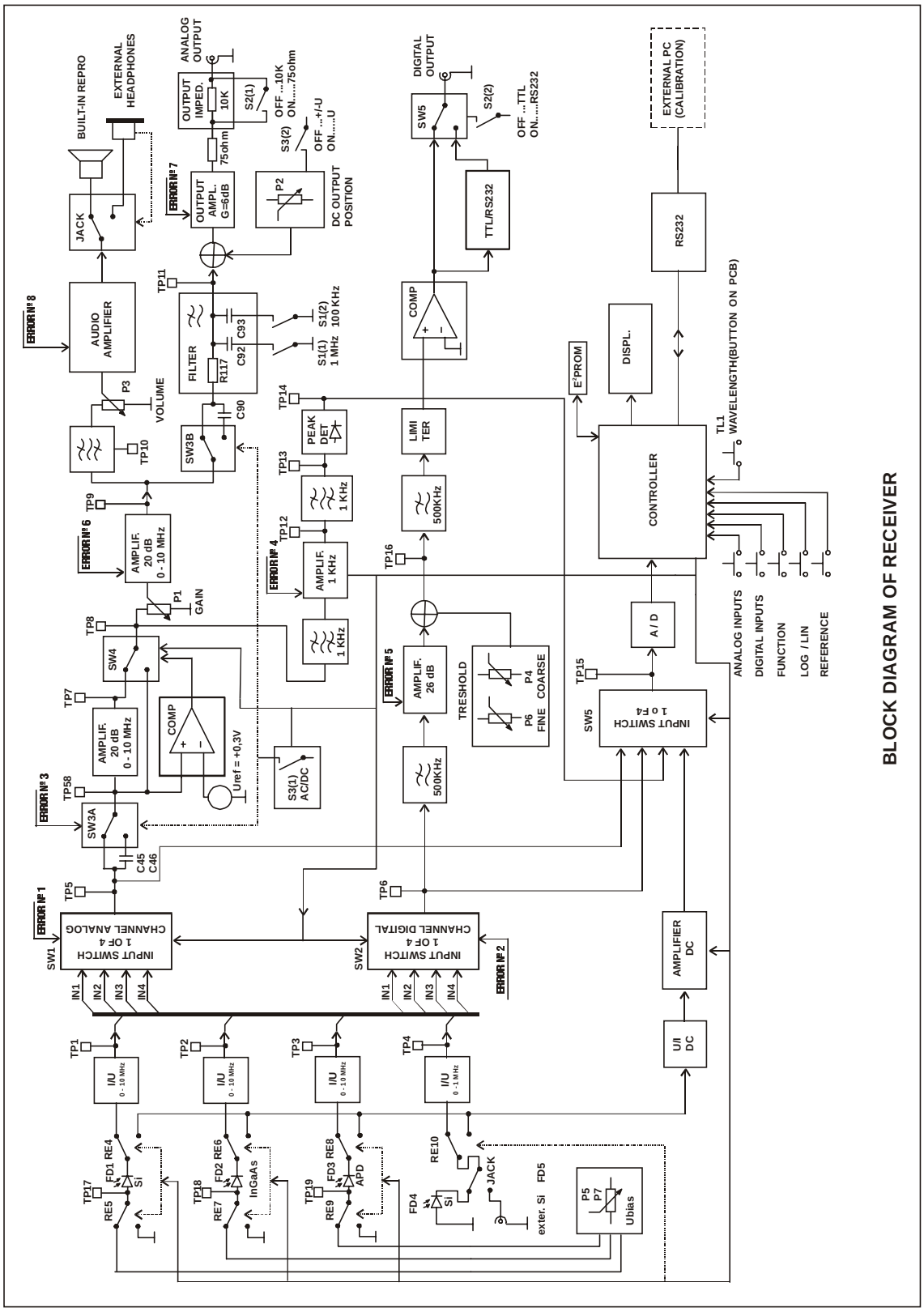


Figura 1.- Diagrama de Bloques del Equipo Receptor

El receptor consta principalmente de dos bloques independientes (excepto los circuitos de entrada: fotodetectores y conmutadores), uno dedicado para la señal y otro para la medida.

El bloque de señal comprende 2 canales, también independientes, uno para recepción de señales analógicas y otro para señales digitales. La señal de entrada escogida en el canal analógico se indica mediante un led de color rojo, mientras que en el canal digital se muestra con un led de color amarillo.

El bloque de medida contiene el medidor de potencia, que permite operar en cuatro modos distintos: analógico, digital, 1 kHz y DC.

5.1 Entradas Ópticas

El equipo receptor dispone de cuatro fotodetectores incorporados más un fotodetector externo (accesorio opcional) que se conecta a la entrada "EXT. SENSOR" a través de un cable coaxial (accesorio opcional).

En el apartado de especificaciones se indican las características de los fotodetectores.

La tensión inversa de polarización de los tres primeros fotodetectores, se ajusta mediante los potenciómetros P5 (BIAS COARSE) y P7 (BIAS FINE). En los fotodetectores nº 4 y 5 (EXT) la tensión inversa está fijada internamente a 0 V, por lo que no es posible su ajuste por parte del usuario.

Hay que tener en cuenta que, en el fotodiodo APD (nº 3), la corriente eléctrica se incrementa geométricamente con la tensión inversa de polarización. Consecuentemente, los potenciómetros P5 y P7 permiten ajustar la ganancia interna de este dispositivo

Los pulsadores "ANALOG INPUTS" y "DIGITAL INPUTS" seleccionan que fotodetector se conecta al canal analógico y al digital. La elección del canal analógico se indica mediante leds de color rojo "INPUT 1" .. "INPUT 4 (EXT)" y la del canal digital con leds de color amarillo "INPUT 1" .. "INPUT 4 (EXT)". Es posible conectar, simultáneamente, el mismo fotodetector a los dos canales.

Cuando el fotodetector externo (accesorio opcional) está conectado en la entrada "EXT. SENSOR", y se selecciona la entrada nº 4, el led "INPUT 4 (EXT)" parpadea para indicar que el elemento seleccionado es el fotodetector externo y no el fotodetector nº 4.

Los leds "ANALOG OUTPUT ON" y "DIGITAL OUTPUT ON" indican que el bloque de señal está activo y que se dispone de la señal, de ambos canales, en las salidas BNC.

Cuando se utiliza el modo de medida "DC" (véase más adelante), para optimizar las prestaciones del medidor de potencia, se desconectan los fotoreceptores seleccionados del bloque de señal (canal analógico y canal digital), con lo que se apagan los leds "ANALOG OUTPUT ON" y "DIGITAL OUTPUT ON", además tampoco se iluminan los leds "INPUT 1".."INPUT 4 (EXT)". En este modo de medida la polarización del fotoreceptor utilizado queda fijada a 0 V, para evitar que la medida de potencia dependa de la tensión inversa aplicada.

5.2 Bloque de Señal: Canal Analógico

El canal analógico tiene una ganancia de 40 dB, mediante dos etapas amplificadoras de 20 dB.

El primer amplificador de 20 dB se desconecta automáticamente cuando el voltaje del TP5B (no disponible como punto de test) es superior a + 0,30 V. Cuando se activa el modo de medida "1 kHz", en función del nivel de la señal de entrada se desconecta el amplificador.

El estado del primer amplificador se indica mediante los leds "PREAMPLIF -20 dB ON" y "PREAMPLIF- 20 dB OFF".

El bloque de señal dispone de un conmutador SW3 (1) para seleccionar el tipo de acoplamiento, DC o AC, que se aplica en la entrada del primer amplificador y en la sección de salida del canal analógico (véase mas adelante). El acoplamiento AC evita la sobreexcitación generada cuando la potencia óptica recibida es alta y la profundidad de modulación de la señal es baja.

Después del primer amplificador, el potenciómetro P1 (GAIN) ajusta la ganancia del canal analógico. Posteriormente, sigue el segundo amplificador de 20 dB. A continuación la señal se bifurca hacia la sección de audio y hacia la sección de salida.

La sección de audio consta de un filtro paso-banda, de un ajuste independiente de ganancia P3 (VOLUME) para regular el nivel de la señal aplicada al altavoz y de un amplificador de audio integrado. Cuando se conectan los auriculares se desconecta automáticamente el altavoz.

La sección de salida dispone de acoplamiento DC o AC, este último reduce la influencia de los offsets de las etapas previas; el conmutador SW3 (1) establece el tipo de acoplamiento. Cuando se utiliza el modo de medida 1 kHz el acoplamiento, con independencia de la posición del conmutador SW3 (1), queda fijado en AC. En este modo de medida, 1 kHz, también se acopla la entrada del primer amplificador de 20 dB en AC. El estado del acoplamiento se indica con los leds "AC" y "DC".

Posteriormente al acoplamiento DC/AC, en la sección de salida, se dispone de un filtro RC insertable de 1 MHz y/o 100 kHz para reducir el nivel de ruido. La selección del filtro de 1 MHz se realiza con el conmutador S1 (1) y el de 100 kHz con S2 (2). Los dos filtros pueden utilizarse simultáneamente. Se recomienda utilizar habitualmente los filtros, siempre que estos no alteren la banda frecuencial de la señal transmitida.

A continuación de los filtros, se añade una componente DC en la señal. Cuando el conmutador S3 (2) se encuentra en la posición "U" se agrega en la señal una componente DC, ajustable mediante el potenciómetro P2 (POSITION) desde 0 a -2,5 V. Si el conmutador S3 (2) se halla en la posición "+/-U" la componente continua añadida varía desde 2,5 a - 2,5 V mediante el potenciómetro P2 (POSITION).

Después sigue el amplificador de salida con una ganancia de 6 dB, en el cual se puede fijar la impedancia de salida mediante el conmutador S3 (1), cuando se encuentra en la posición "HIGH" la impedancia de salida es de 10 K y cuando está en "75 ohm" la impedancia es de 75 Ω.

5.3 Bloque de Señal: Canal Digital

La primera etapa del canal digital es un filtro paso-bajos de 500 kHz, a continuación sigue un amplificador de 26 dB. Después se añade un nivel de continua, variable mediante los potenciómetros P4 "THRESHOLD COARSE" y P6 "THRESHOLD FINE", para ajustar adecuadamente el nivel de la señal, y así disparar correctamente el comparador de histéresis.

Posteriormente, se encuentra un segundo filtro de 500 kHz y un limitador. El limitador restringe la amplitud de la señal entre un margen de 0,6 y -0,6 V. A continuación, del limitador, se encuentra el comparador con histéresis, con una tensión de referencia de 0 V, dicha referencia no es ajustable por el usuario.

La amplitud de la salida, del canal digital, puede seleccionarse a través del conmutador S2 (2) entre nivel TTL y nivel RS-232. Cuando se selecciona este último, el led "RS-232" parpadea para indicar que los niveles de salida corresponden a 10 y - 10 V.

5.4 Bloque de Medida: Medidor de Potencia Óptica

Este bloque efectúa la medida, absoluta o relativa, de la potencia óptica recibida. El medidor de potencia dispone de cuatro modos de medida, seleccionables con el pulsador "FUNCTION OF OPTICAL POWER METER":

- ANALOG (modo de monitorización)
- DIGITAL (modo de monitorización)
- 1 kHz (modo de precisión, para medida de la componente de 1 kHz)
- DC (modo de precisión)

Los dos primeros modos, son modos exclusivamente de monitorización. Permiten realizar la medida de potencia, de forma aproximada sin garantizar la precisión y con unas prestaciones (dinámica, resolución, ...) inferiores, mientras se observa la señal en la salida "ANALOG" o "DIGITAL", sin necesidad de conmutar al modo de precisión DC.

En el modo ANALOG, el medidor indica, orientativamente, la potencia óptica que llega en el fotodetector seleccionado del canal analógico.

En el modo DIGITAL, el medidor indica, orientativamente, la potencia óptica que llega en el fotodetector seleccionado del canal digital.

En el modo de medida 1 kHz, el medidor, operando en modo de precisión, indica la potencia óptica de la componente fundamental de 1 kHz que llega en el fotodetector seleccionado en el canal analógico. En este modo, las salidas "ANALOG" y "DIGITAL" permanecen activadas.

En el modo de medida DC, el medidor, operando en modo de precisión, indica la potencia óptica que llega en el fotodetector seleccionado en el canal analógico. En este modo, las salidas "ANALOG" y "DIGITAL" permanecen inactivadas, para optimizar las prestaciones del medidor.

La resolución, del medidor de potencia, en los modos de monitorización (ANALOG y DIGITAL) es de 0,1 dB, y en los modos de precisión (1 kHz y DC) la resolución es de 0,01 dB.

En los cuatro modos, cuando está activada la función REFERENCE (véase más abajo), el medidor muestra la diferencia entre la potencia óptica recibida por el fotodetector seleccionado y la referencia establecida.

En todos los modos, a excepción del modo 1 kHz, la medida de potencia se realiza sobre el valor medio de la señal óptica recibida. En el modo 1 kHz, la medida de potencia se efectúa sobre el valor pico-a-pico de la componente fundamental de 1 kHz.

Los leds de color verde "SELECTED INPUT 1" .. "SELECTED INPUT 4 (EXT)" indican sobre que fotodetector se realiza la medida.

Los leds "FUNCTION ANALOG", "FUNCTION DIGITAL", "FUNCTION 1 kHz" y "FUNCTION DC" muestran el modo de medición escogido.

El pulsador "LOG/LIN (dBm / W)" selecciona si la medida se efectúa en una escala lineal (W) o logarítmica (dBm).

✍ **NOTA**:

$$dBm = 10 * \log\left(\frac{\text{Potencia recibida}}{1mW}\right)$$

Una opresión breve en el pulsador "REFERENCE" permite seleccionar entre medida absoluta o relativa. En este último caso, se conmuta la escala a logarítmica (al tratarse de una medida relativa las unidades son en dB), con independencia de la escala empleada en la medida absoluta; y en el display, además de indicarse la medida, aparece a la izquierda el texto "REF" para advertir que la medida es relativa.

Una opresión prolongada en el pulsador "REFERENCE" fija a 0 dB la medida relativa, estableciéndose como referencia la potencia que llega en ese instante en el fotodetector elegido. A partir de este momento, las medidas que se efectúen, en el fotodetector seleccionado, se referirán a dicha potencia.

En cada fotodetector, se puede realizar la medida de potencia en varias longitudes de onda. Estas se escogen mediante el pulsador "WAVELENGTH". Todos los fotodetectores están calibrados a 850 nm. La longitud de onda seleccionada se indica a la izquierda del display.

Para garantizar la precisión, del equipo con el tiempo, los factores de calibración se almacenan en una memoria permanente (E^2PROM). Estos valores los utiliza el microcontrolador, para obtener la medida real. Por lo tanto, el medidor no se ve afectado por derivas, excepto las originadas por la variación de la respuesta espectral de los fotodetectores (Si, InGaAs, Ge) con el tiempo. Para ajustar la deriva de la respuesta espectral de los fotodetectores, se recomienda enviar a recalibrar el medidor de potencia cada cinco años.

El brillo del display, del medidor de potencia, se ajusta mediante el trimmer R212.

6. ESPECIFICACIONES: EMISOR

Entradas

- Entrada Analógica DC:

  - Conector: Tipo BNC
  - Margen de entrada: 0 a +/- 5 V
  - Sensibilidad: 500 mVpp
  - Voltaje nominal: 1 Vpp
  - Impedancia: 75 Ω
  - Ancho de banda: 0 - 10 MHz

- Entrada Analógica AC:

  - Conector: Tipo BNC
  - Margen de entrada: 0 a +/- 5 V
  - Sensibilidad: 500 mVpp
  - Voltaje nominal: 1 Vpp
  - Impedancia: 75 Ω
  - Ancho de banda: 40 Hz - 10 MHz

- Micrófono mono:

  - Conector: Tipo JACK 3,5"
  - Máx. voltaje de entrada: 10 mVpp
  - Sensibilidad: 0,5 mVpp
  - Ancho de banda: 300 Hz - 6 kHz

- Entrada Digital:

  - Conector: Tipo BNC
  - Nivel de entrada:
    - TTL, CMOS: 0 / 5 V
    - RS-232: "0": margen de entrada desde 3 a 25 V
      "1": margen de entrada desde - 25 a - 3 V
  - Inversión de polaridad: Sí (entrada nº 6)
  - Impedancia: 10 kΩ

Generador BF:

- Formas de onda: Cuadrada, Triangular y Senoidal
- Frecuencia: 0,3 Hz - 18 kHz
- Intervalos frecuenciales: 128

Conversor U/I:

- Relación: 100 mA/V
- Máxima corriente: 80 mA para transmisiones lineales
  100 mA para transmisiones digitales o DC

Realimentación:

- Canal: nº 2
- Fotodiodo: nº 5 (LASER rojo 650 nm)
- Potencia óptica de salida: - 5 dBm (típico) en una fibra óptica de 975 / 1000 μm

Salidas Ópticas:

- N o de salidas ópticas: 8 (2 están reservadas)
- Conector: Tipo ST
- Fotodiodo nº 1: LED verde 526 nm
  - $I_{nominal}$: 19 mA (típico)
  - $P_{nominal}$: - 17,6 dBm (típico)
- Fotodiodo nº 2: LED ambar 590 nm
  - $I_{nominal}$: 19 mA (típico)
  - $P_{nominal}$: - 22 dBm (típico)
- Fotodiodo nº 3: LED rojo 660 nm
  - $I_{nominal}$: 11 mA (típico)
  - $P_{nominal}$: - 6,9 dBm (típico)
- Fotodiodo nº 4: LED 850 nm
  - $I_{nominal}$: 17 mA (típico)
  - $P_{nominal}$: - 3,9 dBm
- Fotodiodo nº 5: LASER rojo 650 nm
  - I_{umbral}: 20 mA (típico)
  - $I_{máximo}$: Iumbral + 15 mA (típico)
  - $I_{nominal}$: 27 mA (típico)
  - $P_{nominal}$: - 6,9 dBm (típico)
  - $P_{realimentación}$: - 6,9 dBm (típico)

- Fotodiodo nº 6: * LED 1300 nm
  - $I_{nominal}$: 100 mA (típico)
  - $P_{nominal}$: - 12 dBm (típico)

Observación: La $I_{nominal}$ indica el valor máximo de corriente que permite aplicar el equipo al fotodiodo. La $P_{nominal}$ es la potencia, acoplada a una fibra óptica de plástico PMMA de 975 / 1000 μm, que emite el fotodiodo con $I_{nominal}$.

Alimentación:

- Tensión de red: 110 - 125 - 220 - 230 / 240 V AC, 50 - 60 Hz
- Consumo del equipo: 4 W

* No suministrada con el modelo EF-970B

Condiciones Ambientales de Funcionamiento

- Altitud: Hasta 2000 m
- Margen de temperaturas: De 5 a 40 °C
- Humedad relativa máxima: 80 % (hasta 31 °C), decreciendo linealmente hasta el 50 % a 40 °C

Características Mecánicas

- Dimensiones: 271 mm (Al) x 385 mm (A) x 98 mm (Pr)
- Peso: 2,9 kg

7. ESPECIFICACIONES: RECEPTOR

Entradas Ópticas:

- N o de entradas ópticas: 4 entradas internas
  1 entrada externa (conector "EXT. SENSOR")
- Conector: Tipo ST
- Polarización fotodiodos: Fotodiodos no 1, 2, 3 (ajustables), excepto modo DC
- Fotodiodo nº 1: PIN Si 1 mm
  - Sensibilidad 500 nm: 0,22 A/W (típico)
  - Sensibilidad 600 nm: 0,33 A/W (típico)
  - Sensibilidad 700 nm: 0,48 A/W (típico)
  - Sensibilidad 800 nm: 0,51 A/W (típico)
  - Sensibilidad 850 nm: 0,55 A/W (típico)
  - Sensibilidad 1000 nm: 0,33 A/W (típico)
  - Sensibilidad 1100 nm: 0,05 A/W (típico)
- Fotodiodo nº 2: * PIN InGaAs 1 mm
  - Sensibilidad 850 nm: 0,20 A/W (típico)
  - Sensibilidad 1310 nm: 0,90 A/W (típico)
  - Sensibilidad 1550 nm: 0,95 A/W (típico)
- Fotodiodo nº 3: * APD Ge 0,1 mm
  - Sensibilidad 800 nm: 0,28 A/W para una ganancia interna unitaria (típico)
  - Sensibilidad 900 nm: 0,32 A/W para una ganancia interna unitaria (típico)
  - Sensibilidad 1000 nm: 0,40 A/W para una ganancia interna unitaria (típico)
  - Sensibilidad 1100 nm: 0,45 A/W para una ganancia interna unitaria (típico)
  - Sensibilidad 1200 nm: 0,51 A/W para una ganancia interna unitaria (típico)
  - Sensibilidad 1300 nm: 0,73 A/W para una ganancia interna unitaria (típico)
  - Ganancia interna: 6 para una polarización inversa de 30 V (típico)
- Fotodiodo nº 4: PIN Si 2,5 mm
  - Sensibilidad 900 nm: 0,54 A/W (típico)
- Fotodiodo externo: PIN Si 1 mm (Opcional, no suministrado)
  - Sensibilidad: Ver fotodiodo nº 1

Observación: La sensibilidad de un fotodiodo es la relación entre la corriente media generada por éste y la potencia óptica media incidente.

* No suminstrado con el modelo EF-970B

Conversor I/U:

- Nº de conversores: 4 independientes
- Constante: 1 V/mA
- Máxima corriente: 1 mA para transmisión lineal
  3,2 mA para transmisión DC
- Ancho de banda: Dependiente del fotoreceptor

Canal Analógico:

- Conector: Tipo BNC y JACK 3,5" (para auriculares)
- Ganancia: 100 (40 dB)
- Ancho de banda: 0 - 10 MHz
- Acoplamiento: AC/DC
- Filtro de salida: 100 kHz / 1 MHz / 100 kHz + 1 MHz / Inactivo
- Máx. voltaje de salida: 3 Vpp / 75 Ω
  6 Vpp / sin carga
- Voltaje nominal de salida: 1 Vpp / 75 Ω
- Impedancia de salida: 75 Ω / 10 K
- Relación Señal / Ruido: 85 dB Condiciones medición:
  Voltaje = Voltaje nominal
  Recepción mediante fotodetector nº 1 (PIN Si 1 mm) polarizado a - 12 V
  Ancho de banda 0 - 0,1 MHz

Etapa de Audio:

- Ganancia: 200 (46 dB)
- Ancho de banda: 50 Hz - 15 kHz
- Potencia (THD = 10%): Altavoz interno: 325 mW / 8 Ω (típico)
  Auriculares: 60 mW / 32 Ω (típico)

Canal Digital:

- Conector: Tipo BNC
- Ganancia: 20 (26 dB)
- Ancho de banda: 0,5 MHz
- Nivel de salida:
  - TTL, CMOS: 0 / 5 V
  - RS-232: + / - 10 V
- Ajuste umbral: Sí (grueso y fino)

Medidor de Potencia Óptica:

- Modo DC:
  - Margen entrada: 10 pW a 3,19 mW (- 80 a 5 dBm)
  - Margen entrada: 1 nW a 3,19 mW (- 60 a 5 dBm) para el APD
  - Precisión: +/-0,5 dB en el margen -50 a 5 dBm (Tª: 20±5º C)
    +/-1 dB en el margen -60 a -50 dBm (Tª: 20±5º C)
    No especificada para el APD

- Modo 1 kHz:
  - Margen entrada: 10 nW a 3,19 mW (- 50 a 5 dBm)
  - Precisión: +/-2 dB en el margen -35 a 5 dBm (Tª: 20±5°C)

- Modo analógico:
  - Margen entrada: 31,6 nW a 3,19 mW (-45 a 5 dBm)
    100 nW a 3,19 mW (-40 a 5 dBm) para el APD
  - Precisión: No especificada

- Modo digital:
  - Margen entrada: 31,6 nW a 3,19 mW (-45 a 5 dBm)
    100 nW a 3,19 mW (-40 a 5 dBm) para el APD
  - Precisión: No especificada

- Medida relativa: Sí

- Referencia ajustable: Sí

- Tipo de medida: Logarítmica / lineal

- Selección longitud onda: Sí

Alimentación:

- Tensión de red: 110 - 125 - 220 - 230 / 240 V AC, 50 - 60 Hz
- Consumo del equipo: 3 W

Condiciones Ambientales de Funcionamiento:

- Altitud: Hasta 2000 m
- Margen de temperaturas: De 5 a 40 °C
- Humedad relativa máxima: 80 % (hasta 31 °C), decreciendo linealmente hasta el 50 % a 40 °C

Características Mecánicas:

- Dimensiones: 271 mm (Al) x 385 mm (A) x 98 mm (Pr)
- Peso: 2,9 kg

8. ESPECIFICACIONES: EMISOR + RECEPTOR

Condiciones medición:

Voltaje = Voltaje nominal
Transmisión mediante fotoemisor nº 4 (850 nm)
Recepción mediante fotodetector nº 1 (Si 1 mm) polarizado a - 19,6 V
Conexión mediante fibra óptica de plástico PMMA de 975/1000 μm (L = 1,5 m)

- Ancho de banda: 10 MHz / - 7,2 dB

- Relación Seña / Ruido:
  - BW 10 Hz-0,1 MHz: 73 dB (canal 1 del emisor)
    76 dB (canal 2 del emisor)
  - BW 0,1 - 6 MHz: 59 dB (sin utilizar el generador BF)
  - BW 0,1 - 10 MHz: 54 dB (sin utilizar el generador BF)

9. ACCESORIOS Y FIBRAS ÓPTICAS SUMINISTRADAS

A parte del equipo emisor y receptor, los fusibles de recambio y la documentación en CD-ROM, se incluyen en el entrenador los siguientes accesorios (composición y cantidades sujetas a variación):

- 3 Adaptadores ST para los fotodetectores
- Elementos de limpieza:
  - 1 Caja con paños de limpieza antiestáticos
  - 1 Recipiente para alcohol isopropílico (el alcohol isopropílico no se suministra)
- 3 Latiguillos de fibra óptica de 1 m
- 1 Latiguillo de fibra óptica sin cubierta protectora de 1 m
- 1 Fibra óptica de 50 m
- 2 Adaptadores ST-ST
- 1 Lupa
- 1 Micrófono
- 1 Auriculares

✍ **NOTA**: Las fibras ópticas suministradas son de plástico PMMA de 975 / 1000 μm con conectores ST.

10. ACCESORIOS OPCIONALES (No Suministrados)

Para la realización de las prácticas 19 a 35 se precisa del Kit de Experimentación de Fibras Ópticas OPT-970-01, que incluye los siguientes elementos (composición, características y cantidades sujetas a variación):

- 1 Latiguillo de fibra óptica de 2 m
- 1 Latiguillo de fibra óptica sin cubierta protectora de 2 m
- 1 Conjunto de filtros modales (aros cilíndricos de radios diversos)
- 2 Clips para los filtros modales
- 1 Conjunto de placas para generación de microcurvaturas con densidad alta
- 1 Conjunto de placas para generación de microcurvaturas con densidad baja
- 1 Posicionador de fibras ópticas
- 2 Dispositivos WDM fijo
- 1 Dispositivo WDM variable
- 1 Fuente de luz blanca (alimentada con dos pilas alcalinas LR03 1,5 V no
- proporcionadas)
- 1 Conjunto de filtros ópticos neutros
- 1 Sustentador universal (Nº 1)
- 1 Sustentador universal (Nº 2)
- 1 Atenuador variable
- 1 Adaptador ST para los fotodetectores con filtro de 650 nm
- 1 Adaptador ST para los fotodetectores con filtro de 850 nm
- 1 Obturador (diafragma)
- 1 Sensor de reflexión
- 1 Lamina reflectante
- 1 Sensor-U
- 1 Recipiente para líquidos
- 1 Fotodetector externo (PIN Si 1 mm)
- 1 Adaptador para medida (para el fotodetector externo)
- 1 Cable de conexión blindado para el fotodetector externo
- 1 Destornillador
- Documentación (en CD-ROM)

Para el desarrollo de la práctica 36 se precisa del Kit de Conectorización OPT-970-02, que incluye los siguientes elementos (composición, características y cantidades sujetas a variación):

- 1 Herramienta para extracción de la cubierta protectora de la fibra óptica
- 1 Herramienta para crimpar conectores ST
- 1 Disco para pulido
- 1 Conjunto de láminas abrasivas
- 1 Almohadilla de pulido elástica
- 1 Almohadilla rígida
- 1 Recipiente para líquido 1 u.
- 1 Cable fibra óptica de 10 m
- 10 Conectores ST
- Documentación (en CD-ROM)

y el Kit de Microscopio OPT-970-03, recomendado para la realización de la práctica 36, incluye (características sujetas a variación):

- Microscopio x100

✍ **NOTA**: Las fibras ópticas suministradas son de plástico PMMA de 975 / 1000 μm con conectores ST. La fibra óptica de 10 m de la OPT-970-02 no lleva los conectores montados.

11. OBSERVACIONES

- Antes de utilizar el entrenador compruebe si su tensión de alimentación es idéntica a la de su red eléctrica. La tensión de alimentación está indicada en la etiqueta de características de la parte posterior del entrenador.
- Cuando no vaya a utilizar el entrenador cerciórese de desenchufarlo de la toma de red. Para desconectar el cable de alimentación, tire del enchufe, no tire nunca del propio cable.
- Coloque el entrenador en un lugar adecuadamente ventilado para evitar el recalentamiento interno del mismo. Tenga en cuenta que los fotodiodos son elementos extremadamente sensibles a la temperatura.
- No ubique el entrenador cerca de fuentes térmicas, ni en un lugar sometido a la luz solar directa, a polvo excesivo, ni a golpes.
- Los fotodiodos que no se utilicen deben protegerse mediante la cubierta protectora. Extremar el cuidado cuando se cambien los adaptadores de los fotodetectores.
- Los conectores de las fibras ópticas deben limpiarse antes de cada conexión y protegerse contra los rasguños mediante las cubiertas protectoras.
- Debido a la propia naturaleza del láser, cuando se opera sin realimentación, la emisión óptica no es estable, a causa de la influencia que ejercen ciertos factores como la temperatura y el tiempo. Por ello se recomienda, siempre que sea posible, operar con el láser realimentado, para estabilizar la potencia emitida.
- Incluso con el láser realimentado, las reflexiones provocadas entre conector-fibra que alcanzan el fotodetector monitor, las interferencias entre modos en la fibra óptica (multimodo) y otros efectos pueden alterar la potencia emitida.
- Hay que tener en cuenta que, la realimentación, únicamente puede activarse cuando se selecciona en el canal 2 el láser. En las otras situaciones, no es posible activar la realimentación.
- Cuando se supera la potencia óptica máxima del láser, se activa una protección que reduce permanentemente la emisión óptica a un nivel muy bajo. Para desbloquear la protección del láser, hay que desconectar y volver a conectar la alimentación del equipo emisor. Si al reconectar, la alimentación el equipo, se vuelve a activar la protección disminuir, en el emisor, la corriente mediante P2 (o P4) y desbloquear otra vez la protección.
- En los modos ANALOG y DIGITAL, del medidor de potencia, la potencia óptica indicada es orientativa.
- El modo de medida 1 kHz, del medidor de potencia, indica la potencia óptica de la componente de 1 kHz que llega en el fotodetector seleccionado en el canal analógico.
- En el modo de medida DC las salidas "ANALOG" y "DIGITAL" permanecen inactivadas, para optimizar las prestaciones del medidor.
- En todos los modos, a excepción del modo 1 kHz, la medida de potencia se realiza sobre el valor medio de la señal óptica recibida. En el modo 1 kHz, la medida de potencia se efectúa sobre el valor pico-a-pico de la señal.

- Para ajustar la deriva de la respuesta espectral de los fotodetectores, se recomienda enviar a recalibrar el medidor de potencia cada cinco años.
- Al seleccionar un fotodetector hay que tener en cuenta si su sensibilidad (A/W) es adecuada para la longitud de onda transmitida. Si la sensibilidad es muy reducida, se obtendrá una relación señal/ruido muy baja.
- En el fotoreceptor APD (nº 3), la corriente eléctrica aumenta geométricamente con la tensión inversa aplicada. Consecuentemente, si ésta es elevada se saturará la etapa de entrada.
- La medida de potencia realizada con el fotoreceptor APD (nº 3) no es comparable a la efectuada con los otros fotoreceptores. Debido a que la área sensible de este elemento es muy reducida (diámetro: 0,1 mm), sólo una fracción de la energía incidente alcanza la superficie fotosensible.

ATENCIÓN: Debido a nuestro constante esfuerzo en mejorar nuestros productos, toda la información contenida en este documento, incluyendo las especificaciones, está sujeta a cambio.

12. MANTENIMIENTO

12.1 Sustitución del fusible de red

El portafusibles está situado en la propia base de red.

Para la sustitución del fusible:

1. Desconectar el cable de red
2. Mediante un destornillador apropiado extraer la tapita portafusibles.
3. Sustituir el fusible por otro de iguales características.

El fusible debe ser del tipo 5 x 20 mm:

125 mA (T) 250 V para 110 V, 125 V, 220 V y 230 V

Tanto para el emisor como para el receptor.
El incumplimiento de estas instrucciones podría dañar el equipo.

12.2 Recomendaciones de Limpieza

▲ **PRECAUCIÓN**: Para limpiar la caja, asegurarse de que el equipo está desconectado.

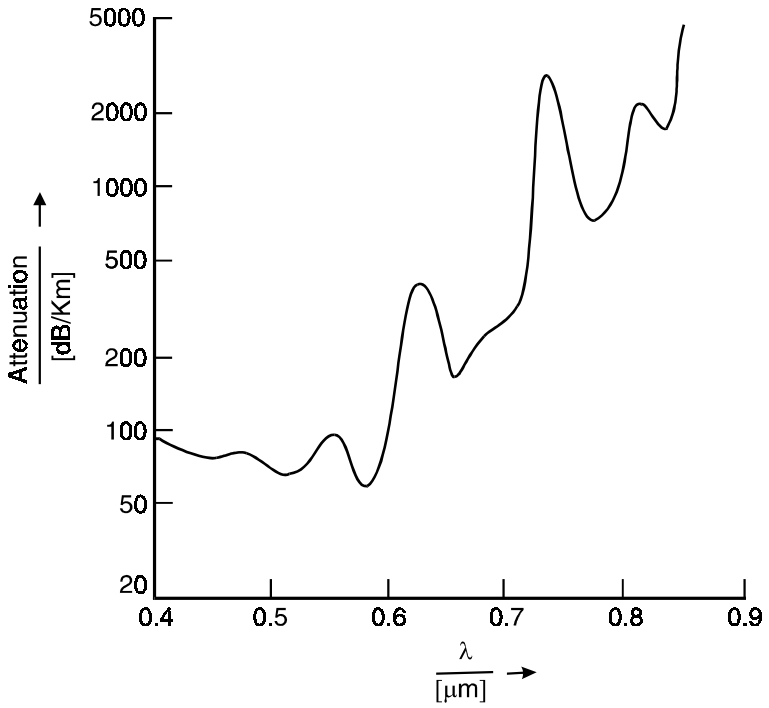
▲ **PRECAUCIÓN**: No se use para la limpieza hidrocarburos aromáticos o disolventes clorados. Estos productos pueden atacar a los materiales utilizados en la construcción de la caja.

La caja se limpiará con una ligera solución de detergente con agua y aplicada mediante un paño suave humedecido.

Secar completamente antes de volver a usar el equipo.

▲ **PRECAUCIÓN**: No se use para la limpieza del panel frontal y en particular de los visores, alcohol o sus derivados, estos productos pueden atacar las propiedades mecánicas de los materiales y disminuir su tiempo de vida útil.

ANEXO A: Curva de Atenuación de la Fibra Óptica PMMA de 975 / 1000 μm



ANEXO B: Bibliografía

- Fiber Optic Communications
  Joseph C. Palais
  Prentice Hall (1988)

- Understanding Lightwave Transmission: Applications of Fiber Optics
  William O.Grant
  Horcourt Brace Jovanovich, Publishers (1988)